

⑫ 公開特許公報(A) 平4-113220

⑮ Int. Cl.³ 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 平成4年(1992)4月14日
 G 01 D 3/00 B 7809-2F
 21/00 Q 8104-2F
 G 06 F 15/18 8945-5L
 // G 05 D 23/02 P 8112-3H

審査請求 未請求 請求項の数 11 (全15頁)

⑭ 発明の名称 異常事象同定方法及び装置

⑰ 特 願 平2-230663

⑱ 出 願 平2(1990)9月3日

⑲ 発 明 者 関 洋 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内
 ⑲ 発 明 者 大 賀 幸 治 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内
 ⑲ 発 明 者 家 伸 一 郎 茨城県日立市森山町1168番地 株式会社日立製作所エネルギー研究所内
 ⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
 ⑲ 代 理 人 弁理士 秋本 正実

明 細 書

1. 発明の名称

異常事象同定方法及び装置

2. 特許請求の範囲

1. 異常信号発生時点の前後の、異常事象同定対象系からの信号を、異常同定用のデータとして使用してなる異常事象同定方法。
2. 異常信号発生時点の前後の、異常事象同定対象系からの信号を、その異常信号の種類に対応したサンプリングタイムで選択し、該選択した信号を異常同定用のデータとして使用してなる異常事象同定方法。
3. 異常事象同定対象系からの検出信号を時系列データとして記録する記録手段と、異常事象同定対象系の異常発生時刻を検出する検出手段と、該異常発生時刻を基準にして該時刻の前後の所定の時間幅に存在する、上記記録手段内の時系列データを事象同定用データとして読出す手段と、該事象同定用データから異常事象を同定する同定手段と、より成る異常事象同定装置。

4. 異常事象同定対象からの検出信号を時系列データとして、異常事象同定対象からの論理信号を論理データとして、記録する記録手段と、異常事象同定対象系の異常発生時刻を検出する検出手段と、該異常信号発生時刻を基準にして該時刻の前後の所定の時間幅に存在する、上記記録手段内の時系列データ及び論理データを事象同定用データとして読出す手段と、該事象同定用データから異常事象を同定する同定手段と、より成る異常事象同定装置。
5. 上記読出す手段は、異常信号発生時刻を基準にして該時刻の前後の所定の時間幅を特定する手段と、異常信号の種類に対応したサンプリングタイムを事前に格納した格納手段と、上記発生異常信号の種類を検出して格納手段から対応するサンプリングタイムを読出す手段と、該サンプリングタイムのサンプルピッチに従って前記特定した時間幅内の、記録手段内のデータを事象同定用データとして読出す手段と、より成る請求項3又は4の異常事象同定装置。

6. 上記同定手段は、ニューラルネットワークを含んでなる請求項1～5のいずれか1つの異常事象同定装置。
7. 上記ニューラルネットワークは、シミュレータに基づく事前学習機能を有してなる請求項6の異常事象同定装置。
8. 上記学習時にあっては、ニューラルネットワークの入力部分である入力層に与えるデータのサンプリング時間幅、データ点数を、異常信号に合わせて変化させた請求項7の異常事象同定装置。
9. 上記ニューラルネットワークに関する、その層の数、各層の情報を処理する単位であるユニットの数は、外部に設置したメモリから与えることとした請求項6の異常事象同定装置。
10. ユーザの問い合わせに応じて、ニューラルネットワークで使用したデータの種類の、データ点数、サンプリング時間幅および学習済みニューラルネットワークデータを表示することのできる問い合わせ機能を有する請求項6の異常事象

最近、生物の神経回路網を模倣したニューラルネットワークのパターン認識への有効性が確認されている。このニューラルネットワークは処理が高速で、入力信号に多少の雑音が混入されていてもパターン認識が可能であるという優れた特徴を持っている。

ニューラルネットワークの原子力プラントの過渡異常事象同定への応用について、エス・ピー・アイ・イー、1095巻、アプリケーションズ オブ アーティフィシャル インテリジェンス 7 (1989年) 第851項から第856項 (S P I E, Vol.1095, Applications of Artificial Intelligence VII (1989) PP851-856) において論じられている。

この論文では、プラントの各検出器の出力のパターンが各異常事象毎にユニークに定まるので、それは任意の時刻におけるプラントの状態を同定する情報として使えるとしている。

また、異常診断へのニューラルネットワークの応用について、ノイズ耐性、実時間処理が可能である等の点からその有効性を確認したと著者らは

同定装置。

11. プラントもしくは機械の異常事象に対応した知識を登録してあるデータベースを用いた知識処理を実施し、さらに詳細な異常項目を決定する機能を有する請求項3～10のいずれか1つの異常事象同定装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、プラントや機械等の異常事象同定対象について異常同定をはかる異常事象同定方法及び装置に関する。

〔従来の技術〕

プラントもしくは機械を健全に保つため、各種の機器の故障や誤動作、あるいは運転員の誤操作、外乱などを原因とする異常事象に対しては早期に対策をたてる必要がある。このためには早期に異常事象を検出し、同定しなければならない。プラントもしくは機械の各種状態量から異常事象を同定するためには例えばパターン認識の技術が用いられる。

述べている。

〔発明が解決しようとする課題〕

実際のプラントもしくは機械にとりつけられている検出器からの時系列データを常時とり込んで、異常事象を同定するような装置では、異常発生時刻が明確でないため、ニューラルネットワークに与える入力側の時系列データのパターンがかなり異なってくることが考えられ、ニューラルネットワークによる異常事象の同定の精度が悪くなることが考えられる。

そのため、過渡異常のはじまりの時刻を何らかの方法によりとらえ、その時刻を基準にデータを生成する必要がある。

また過渡異常事象の違いにより、その事象に固有の時間的振るまいで変化する場合が考えられる。

その場合、すべての事象に対して、等しい時間の間隔でとり込んだ時系列データで事象の同定をすることが困難であることが考えられる。

本発明の目的は、異常の発生時刻に従った異常事象同定をはかる異常事象同定方法及び装置を提

供するものである（請求項1～11）。

更に本発明の目的は、異常事象の内容を反映して異常事象同定をはかる異常事象同定方法及び装置を提供するものである（請求項2，5）。

更に本発明の目的は、ニューラルネットワークを利用しての異常事象同定をはかる異常事象同定方法及び装置を提供するものである（請求項6～11）。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の同定方法は異常信号発生時点の前後の、異常事象同定対象系からの信号を、異常同定用のデータとして使用した（請求項1）。

本発明の同定方法は、異常信号発生時点の前後の、異常事象同定対象系からの信号を、その異常信号の種類に対応したサンプリングタイムで選択し、該選択した信号を異常同定用のデータとして使用した（請求項2）。

本発明の同定装置は異常事象同定対象系からの検出信号を時系列データとして記録する記録手段と、異常事象同定対象系の異常信号発生時刻を検

納手段と、上記発生異常信号の種類を検出して格納手段から対応するサンプリングタイムを読出す手段と、該サンプリングタイムのサンプルピッチに従って前記特定した時間幅内の、記録手段内のデータを事象同定用データとして読出す手段と、より成る（請求項5）。

更に本発明の同定装置では、上記同定手段は、ニューラルネットワークを含んでなる（請求項6）。

更に本発明の同定装置では、上記ニューラルネットワークは、シミュレータに基づく事前学習機能を有してなる（請求項7）。

更に本発明の同定装置では、上記学習時にあっては、ニューラルネットワークの入力部分である入力層に与えるデータのサンプリング時間幅、データ点数を、異常信号に合わせて変化させた（請求項8）。

更に本発明の同定装置では、上記ニューラルネットワークに関する、その層の数、各層の情報を処理する単位であるユニットの数は、外部に設置したメモリから与えることとした（請求項9）。

出する検出手段と、該異常信号発生時刻を基準にして該時刻の前後の所定の時間幅に存在する、上記記録手段内の時系列データを事象同定用データとして読出す手段と、該事象同定用データから異常事象を同定する同定手段と、より成る（請求項3）。

本発明の同定装置は、異常事象同定対象からの検出信号を時系列データとして、異常事象同定対象からの論理信号を論理データとして、記録する記録手段と、異常事象同定対象系の異常信号発生時刻を検出する検出手段と、該異常信号発生時刻を基準にして該時刻の前後の所定の時間幅に存在する、上記記録手段内の時系列データ及び論理データを事象同定用データとして読出す手段と、該事象同定用データから異常事象を同定する同定手段と、より成る（請求項4）。

更に本発明の同定装置では、上記読出す手段は、異常信号発生時刻を基準にして該時刻の前後の所定の時間幅を特定する手段と、異常信号の種類に対応したサンプリングタイムを事前に格納した格

更に本発明の同定装置では、ユーザの問い合わせに応じて、ニューラルネットワークで使用したデータの種類、データ点数、サンプリング時間幅および学習済みニューラルネットワークデータを表示することのできる問い合わせ機能を有する（請求項10）。

更に本発明の同定装置では、プラントもしくは機械の異常事象に対応した知識を登録してあるデータベースを用いた知識処理を実施し、さらに詳細な異常項目を決定する機能を有する（請求項11）。

〔作用〕

本発明によれば、異常発生時点の前後の、異常事象同定対象系からの信号を、異常同定用のデータとして使用し、同定精度の向上をはかれる（請求項1，3，4）。

本発明によれば、異常信号の種類や変化速度に対応したサンプリングタイムで異常発生時点の前後のデータを選択し、種類や変化速度に合致した異常同定をはかる（請求項2，5）。

本発明によれば、ニューラルネットワークを用

いて異常同定をはかる(請求項6~11)。

(実施例)

第1図は本発明の異常同定装置の実施例図を示す。

第1図の構成要素は以下より成る。

プラント10…異常事象の同定対象となるプラントである。

検出信号及び論理信号20…プラント10に設置されている検出器(図示せず)からの検出信号及びプラントの各機器の動作状態を示す論理信号である。

異常信号30…プラント10の異常時に発生する異常信号である。

データ取込み・記録装置40…検出器の検出信号及び論理信号20を取り込んで記録するものである。

シミュレータ60…異常事象及び異常時の検出器の時系列データ及び論理信号を模擬するものである。

データ90…模擬した異常信号発生時刻のデータ及び模擬した異常信号発生時刻の前後の時系列デ

タである。事象同定用データを入力としてのニューラルネットワークの130の出力パターンと、外部記憶装置(メモリ)150に記憶されている出力パターン/異常事象対応データのテーブルを参照することによって行う。信号160が同定結果を示す。

表示端末装置170…同定結果160を表示するためのCRT表示及び端子装置である。キーボード等の端末部を有する。

信号180, 190, 200…本実施例の異常事象同定を学習モードで機能させるか同定モードで機能させるかを選択するための信号である。即ち、学習モードを指定した場合、シミュレータ60を動作させ、この結果の模擬データ90を事象同定用データ装置110に送り込み、ここで模擬の事象同定用データ120を得、ニューラルネットワーク130Aで学習を行わせ、その結果を外部メモリ14に記憶させる、ような制御を信号180, 190, 200が指示する。一方、同定モードを指定した場合、上記学習で得た学習済みのデータ90を外部メモリ14から読出してニューラルネットワーク130Aに設定すると共

に、データ取込み・記録装置40からの各種データ100を事象同定用データ装置110に取り込ませ、ここで得た事象同定用データ120をニューラルネットワーク130Aに送り、ニューラルネットワーク130Aでは、外部メモリ150のテーブルを利用して事象同定を行わせる、ような制御を信号180, 190, 200が指示する。

データ100…実際のプラントにおける異常信号発生時刻のデータ及び異常信号発生時刻の前後の時系列データ及び論理信号のデータである。

事象同定用データ装置110…異常信号20の発生時刻をもとに、異常信号20の種類に応じて予め定めた所定の時間幅のデータを選択して事象の同定に必要なデータ120を生成するものである。

事象同定部(ニューラルネットワーク130Aの他に学習処理及び同定処理を行う処理部130Bを持つ)130…学習済みのニューラルネットワークデータを外部記憶装置(メモリ)140から取り込んでニューラルネットワークを確立した後に、事象同定用データ120を取り込んで、異常の事象の同定をするものである。更に、上記学習済みのニューラルネットワークデータを得るために、プラントの動特性モデルのシミュレータ60から生成された模擬データ90を取り込み、ニューラルネットワークの学習を行わせ、その結果を外部記憶装置140に記憶させる機能を持つ。前記異常事象の同定は、

に、データ取込み・記録装置40からの各種データ100を事象同定用データ装置110に取り込ませ、ここで得た事象同定用データ120をニューラルネットワーク130Aに送り、ニューラルネットワーク130Aでは、外部メモリ150のテーブルを利用して事象同定を行わせる、ような制御を信号180, 190, 200が指示する。

ここで、信号180, 190, 200は、CRT170に対するユーザ(オペレータ)の指示によって与えられるものである。

次に、第2図は第1図の実施例の処理フローチャートを示す。まず、ユーザの要求が、学習モードか同定モードかを判別する(処理1f)。学習モードであれば、処理1g-1~処理1i-3を実行する。同定モードであれば、処理1a~処理1eを実行する。

学習モードか同定モードかはユーザのその時の要求によって定まるものであり、ユーザがCRT170の文字画面で指定(又はキーボードで指定)すればよい。

先ず、学習モードの場合(処理1g-1~1i-3)を説明する。シミュレータ60を起動し、プラント10の動特性モデルを動作させて、ある異常事象に対する各種検出器信号の模擬時系データ及びその時の模擬論理信号のデータ90を生成する(処理1g-1)。

このデータ90は事象同定用データ装置110に送られ、事象同定用データが生成される(1c)。この生成処理は同定モード(後述)の処理と変りない。

ニューラルネットワーク130Aでは、データ90による事象同定用データ120を入力データとして与え、出力パターン/異常事象対応データテーブルを格納している外部メモリ150から異常事象に対応する出力パターンを教師データとして与え、通常の誤差逆伝播アルゴリズム等によりニューラルネットワーク130Aに学習させる(処理1i-1)。

次に模擬する事象を他の事象に変更し(処理1g-2)、一連の処理(処理1g-1, 1c, 1i-1, 1g-2)を同定する事象の数だけ繰返す。更に、

事象同定用データ装置110では、異常信号30の種類に応じて、予め定めた所定の時間幅で、異常信号発生時刻を基準にして、時系列データから事象の同定に必要なデータを選択する。

この時系列データから生成したデータと論理信号データをまとめて事象同定用データ120として事象同定用データ装置110はニューラルネットワーク130Aに向けて送り出す(処理1c)。

ニューラルネットワーク130Aでは、学習をした結果として得られた重み係数、しきい値といったすでに学習済みのニューラルネットワークデータを外部記憶装置140から取り込んでニューラルネットワークを確立し、事象同定用データを用いて、この確立したニューラルネットワークによりニューラルネットワーク処理により、ある出力パターンを得る。

処理部130Bは、この出力パターンについて、外部記憶装置150内に記憶されている出力パターン/異常事象対応データテーブルを参照することにより、同定結果160を出力する(処理1d)。そし

ニューラルネットワーク130Aにおいて、あらかじめ定めておいた学習終了条件(二乗誤差小、所定の学習回数終了)を満たすまで上記各処理を繰返す。

学習終了条件を満たした場合、学習結果を外部メモリ140に記憶し(処理1i-3)、最初の状態たるユーザの要求を聞く段階(処理1f)に戻る。

次に同定モードの場合を処理(処理1a~1e)に従って説明する。

先ず異常信号30が発生していない間及び異常信号30が発生しても所定の時間が経たないうちは(処理1a)、プラント10に設置されている検出器の信号及びプラントの動作状態を表わす論理信号20をデータ取込み・記録装置40に取り込み記録する(処理1b)。

異常信号30が発生してから所定の時間が経つ(処理1a)と、異常信号発生時刻の前後の時系列データ、異常信号発生時刻データおよび論理信号のデータ100は事象同定用データ装置110に送られる。

で、同定結果160は表示端末装置170に表示される(処理1e)。

尚、学習モードの場合、プラント10において、異常事象が発生すると、この学習モードは自動的に終了し、同定モードに移る。

第3回はデータ取込み・記録装置40の実施例図である。

20A…プラントに設置されている検出器からの信号である。

20B…プラント機器の動作状態を示す論理信号である。論理信号とは、原子力発電プラントの例でみれば、

(イ) 給水ポンプトリップを示す論理信号(トリップで“1”, トリップでなければ“0”)

(ロ) 水位レベル高を示す論理信号(上限水位閾値を越えたで“1”, 越えなければ“0”)

(ハ) 蒸気圧高を示す論理信号(上限蒸気圧閾値を越えたで“1”, 越えなければ“0”)

(ニ) バイパス弁開を示す論理信号(開で“1”, 閉で“0”)

の如きものである。

第3図において、

30…プラントの異常時に発生する異常信号である。

100…実際のプラントにおける異常信号発生時刻のデータ及び異常信号発生時刻の前後の時系列データ及び論理信号のデータである。

40a…プラントからの各種データを記録する記録媒体である。

40a-1…プラントの各種検出器信号の時系列データを D_{11} , D_{12} , ..., D_{21} , D_{22} , ... エンドレスで記録する時系列データ記録部である。

40a-2…異常信号発生時刻を記録する異常信号発生時刻記録部である。

40a-3…プラント周辺装置から発生するプラントの動作状態を示す論理信号 L_1 , L_2 , ...を記録する論理信号記録部である。

40b…時刻を参照するためのクロックである。

40c…クロック40bにおける時刻を参照することにより異常信号30発生の時刻 t_i を求める異常信

号発生時刻算定装置である。

40d…クロック40bの時刻 t と、異常信号発生時刻記録部40a-2に記録されている異常信号発生時刻 t_i を比較しながら、異常信号30発生後の検出器信号の記録時間を決める時系列データ記録限定装置である。

次に第4図のフローチャートを用いて、第3図の装置の動作を説明する。

まず、異常信号30がデータ取込み・記録装置40内の異常信号発生時刻算定装置40cに入力しない場合は(処理4a)、記録媒体40aの時系列データ記録部40a-1および論理信号記録部40a-3にそれぞれ検出器信号20Aおよび論理信号20Bをクロック40bの時刻と共に記録していく(処理4b)。論理信号記録部40a-3は論理信号の種類だけ用意されたメモリである。

異常信号30が異常信号発生時刻算定装置40cに入力すると(処理4a)、異常信号30が入力した時刻をクロック40bを参照して求め、その時刻を異常信号発生時刻記録部40a-2に記録する(処理4c)。

異常信号30の発生から検出器信号を記録する時間 T をあらかじめ定めておき、時系列データ記録限定装置40dに事前に記録しておく。

異常信号発生時刻記録部40a-2に記録されている異常信号発生時刻からの経過時間をクロック40bで示される時刻から求め、その経過時間が事前記録値 T を超えない場合は、検出器信号20Aおよび論理信号20Bを取り込み、クロック40bの時刻と共に記録媒体40aに記録していく(処理4d, 4b)。

異常信号発生時刻から時間 T が経過する(処理4d)と、信号20A, 20Bの記録を停止する(処理4e)。

その後、記録後の異常信号発生時刻の前後の検出器信号の時系列データ、異常信号30の発生時刻のデータおよび論理信号データをまとめたデータ100を事象同定用データ装置110に向けて送り出す(処理4f)。

第5図は事象同定用データ装置110の実施例図である。

110a…時系列データから事象同定装置に与える際のデータを選択する時系列データ・サンプリング装置である。

110b…時系列データから事象の同定に必要なデータを抽出する際、異常信号30もしくは模擬異常信号31に応じたサンプリングタイムを記録してある外部記憶装置である。サンプリングタイムとしては、 Δt_1 , Δt_2 , ..., Δt_n の如く数多く設定されており、異常信号の種類に応じたサンプリングタイムとなっている。

110c…シミュレータからのデータ90かプラントからのデータ100かを選択するための学習・同定データ切換えスイッチである。

110a-1…検出器信号の時系列データから生成した事象の同定に必要なデータを格納しておくためのメモリである。

110a-2…論理信号記録部である。

110c-1…論理信号記録部である。

110c-2…時系列データ記録部である。

110c-3…異常信号発生時刻記録部である。

次に、第6図を用いて第5図の事象同定用データ装置110の動作を説明する。

まず、表示端末装置170を通してのユーザからの要求が学習モードの場合(処理11a)、信号線190によって、学習・同定データ切換えスイッチ110cを学習用に切り換える。事象同定用データ装置110に入力するデータは、シミュレータ60からの模擬データ90となる(処理11c)。

ユーザからの要求が学習モードでない場合(処理11a)、スイッチ110cは同定用に切り換わり、入力データは実プラントデータ100となる(処理11b)。

入力データが模擬データ90、実プラントデータ100のいずれにしてもそれぞれの時系列データを時系列データ記録部110c-2に、論理信号データを論理信号記録部110c-1に、異常信号発生時刻データを異常信号発生時刻記録部110c-3にそれぞれ取り込む(処理11d)。

時系列データ・サンプリング装置110aでは、模擬異常信号31あるいは異常信号30の種類に応じて外部記憶装置110bに貯えられているサンプリング

幅が小さいとか大きいとか、変化速度が速いとか遅いとか)で、異常の同定をはかることができる。

(ハ)(イ)と(ロ)との組合せをもって、異常の同定に供することもできる。即ち、異常発生源と異常信号の性状によって、サンプリングタイムを選択するやり方である。

第7図は、サンプリングタイムを検出器信号の変化速度に対応して変更させた場合のあるいは異常信号の種類を変えた場合の、同定用データ装置の動作を説明した図である。

第7図(a)のように異常信号Aが発生した場合には、40a-10のような早い変化を起こす過渡応答があるものとする。

このとき、かかる早い変化であることを判断して Δt_1 のように短いサンプリング・タイムを選択し、このサンプリングタイムで同定用データ a_1, a_2, a_3, \dots を採取する。

第7図(b)のように異常信号Bが発生した場合には、40a-11のようなゆっくりとした変化を起こす過渡応答があるものとする。

タイムのうちの1つを選択する(処理11e)。

選択したサンプリング・タイムで時系列データから、異常信号発生時刻を基準にしてデータを取り出し、メモリ110a-1に格納する(処理11f)。

取り出したデータ及び論理信号のデータ120を事象同定装置130に送り出す(処理11g)。

データのサンプリングタイムの変更は、異常信号の種類に応じて行ったが、この具体例を以下述べる。

(イ) 異常信号の発生源別に行うやり方がある。この場合には、異常信号の発生個所が特定できることが前提である。但し、発生源がわかっていることは、必ずしも異常事象の同定とは結びつかず矛盾することはない。むしろ、原子力プラントの如き大型システムにあっては、異常が種々の現象として現われて来、そこから異常の同定が必ず必要である。

(ロ) 検出器信号の変化をみるやり方がある。検出器信号は、その振幅、周期(一種の変化速度)等でその性状を規定できる。この性状の大小(振

このとき、かかる遅い変化であることを判断して Δt_2 のように長いサンプリングタイムを選択し、このサンプリングタイムで同定用データ b_1, b_2, b_3 を採取する。

以上のように異常信号に応じたサンプリングタイムを導入することで、固有の時間的変化をする過渡異常事象をとらえることができ、事象同定の際に誤認識する割合を減少させることができる。

第8図は、事象同定装置130の実施例図を示す。130A…ニューラルネットワークである。

130B1, 130B2…処理部130Bを構成し、130B1は出力パターン・事象照合部、130B2は同定/学習切換え部である。

140a…ニューラルネットワークの層の数、各層のユニット数、ユニット間の結合の重み係数、各ユニットのしきい値といった学習済みニューラルネットワークデータである。

140b…学習直後のニューラルネットワークデータである。

140c…ニューラルネットワークの入力部である。

140d…ニューラルネットワークの出力部である。

次に第8図の事象同定部130の動作を第9図のフローチャートを用いて説明する。

まず、ユーザの要求180が学習モードか同定モードかの判定をする(処理13a)。表示端末装置170を通してのユーザの要求が学習モードの場合、同定・学習モード切り換え部130B2を信号線180を通して学習側のデータの流れだけにする。

シミュレータ60で模擬した異常事象に対応した出力パターン130aを出力パターン/異常事象対応データ・テーブルを出力パターン・異常事象照合部130B1からニューラルネットワーク130Aの出力部140dに与える(処理13i)。

シミュレータ60からの模擬データ90より生成した事象同定用データ120を取り込み、ニューラルネットワーク130Aの入力部140cに与える(処理13j)。

この後、ニューラルネットワーク130Aに学習をさせ、重み係数、しきい値を修正し(処理13k)、予め定めた学習終了条件を満たしていなかったら、

次に、ニューラルネットワーク130c内のニューラルネットワークの処理により、出力パターン130aを得る(処理13e)。

出力パターン/異常事象対応データテーブル150から出力パターン・異常事象照合部130B1にデータを取り込み(処理13f)、出力パターン・異常事象照合部130B1で同定結果160を得る(処理13g)。

そして、同定結果160を表示端末装置170に表示する。

本実施例によれば、学習時には学習済みのニューラルネットワークデータを得ることができ、同定時にはこのデータを利用して異常事象の同定をはかることができる。

尚、以上の本実施例における異常事象同定装置においては学習モードの動作時に、事象同定装置130を構成するニューラルネットワークの入力部分である入力層に与えるデータのサンプリング時間幅、データ点数を表示端末装置170を介しても変化させることができる。

また、表示端末装置170においては、ユーザか

(処理13l)、別の異常事象を選択し(処理13m)、シミュレータ60を起動して、模擬プラント・データから新たに事象同定用データ120を作成しておく。

その後、処理13i、13j、13k、13l、13mの一連の手続きを、学習終了条件を満たさない場合は繰り返す。学習終了条件を満たすと(処理13l)、重み、しきい値といった学習後のニューラルネットワークデータ140bを外部記憶装置140に記憶させる(処理13n)。そして、動作は事象同定装置の実行開始地点にもどる。

次に、表示端末装置170を通してのユーザの要求が学習モードでない場合(処理13a)、同定・学習モード切り換え部130B2を信号線180を介して同定側のデータの流れだけにする。まず、学習済みニューラルネットワークデータ140aをニューラルネットワーク130Aに読み込む(処理13b)。この後で異常信号30が発生し(処理13c)、事象同定用データ120が生成されると、事象同定用データ120を取り込む(処理13d)。

らの問い合わせに応じて、異常事象同定装置で利用したデータの種類、データ点数、サンプリング時間幅および学習済みニューラルネットワークデータを表示することができる。

出力パターン/異常事象対応データテーブル150の一例を第10図に示す。異常事象は、原子力プラントの例を示し、主蒸気隔離弁閉鎖、給水加熱喪失、全給水流量喪失の3つの例を示した。一方、出力パターンは、2値データ例を示す。即ち、ニューラルネットワークからの出力は多くの場合、1と0との2値データであり、図では、3ビット出力例を示した。

尚、学習時には、事象に対応した出力パターンをニューラルネットワークの教師データとして与えることになる。

以上の第1図～第10図で述べた本実施例によれば、以下の如き効果がある。

(イ) 本実施例によれば、異常信号発生時刻を基準に事象同定用データを作成するため、個々の異常事象に対応した同定用データは、それぞれユニ

ークなパターンとなる。そのため事象の誤認識は減少し、複雑なパターンの同定用データでも同定が可能となる。

また、異常信号の種別によりデータのサンプリング時間を変えることで、異常事象固有の時間的な変化をとらえることができ、事象の誤認識を減少させることができる。

(ロ) プラントの異常な過渡変化を模擬することのできるシミュレータを有することで、事象同定装置内のニューラルネットワークに学習をさせることができる。このため、プラント側に仕様の変更があった場合でも、事象同定装置の迅速な対応が可能となる。

(ハ) 本実施例の異常事象同定装置によれば、プラントからの時系列データに加えて、プラントの動作状態を示す論理信号の発生の有無に係るデータを使用しているため、プラントの異常に対する情報がより明確になるので、高い精度でプラントの異常事象を同定することができる。

(ニ) シミュレータを用いた学習時にニューラル

のできるの、使用したデータの確認が可能になり、異常事象同定装置に対する信頼性が高まる。

第11回は、第1の実施例を変形させた場合の異常事象同定装置の構成を示すブロック図である。第1の実施例からの変更部分は、データ取込み・記録装置40からシミュレータ60に新たにデータの流れ101を付け加えたことと、知識処理装置210と異常部分知識ベース220を加えたことである。

データ101は、実際のプラントにおける異常信号発生時刻のデータおよび異常信号発生時刻の前後の時系列データおよび論理信号のデータ100と同じものである。

異常部分知識ベース220は種々の異常事象に対応する詳細な異常部分についての知識を格納してある異常部分知識ベースである。

知識処理装置210は事象同定部130からの同定結果160と異常部分知識ベース220を利用して、さらに詳細なプラントの異常部分を決定する知識処理装置である。

次に本実施例の異常事象同定装置の動作を第12

ネットワークの入力層に与えるデータのサンプリング時間幅、データ点数を変化させることができる。

このため、事象同定装置に固有の時間的な変化をする異常事象の時系列データからそれぞれ最適なサンプリングタイムで取り出したデータを与えることができ、事象を誤認識する割合を減少させることができる。

(ホ) 事象同定部130内のニューラルネットワークについて、その層の数、各層の情報を処理する単位であるユニットの数のデータおよびそれに対応した学習済みニューラルネットワークデータを外部記憶装置140から与えることができる。

このため、事象同定装置130で使用するニューラルネットワークの構成を容易に更新することができ、装置の保守が容易になる。

(ヘ) ユーザの問い合わせに応じて、事象同定部130で使用したデータの種類、データ点数、サンプリング時間幅および学習済みニューラルネットワークデータを表示端末装置170に表示すること

図のフローチャートにもとづいて説明する。

尚、第12図においては、学習モード(処理1f)の場合の動作は、処理1g-10において実機データも出力する以外はまったく同じなので、ここでは説明を省略する。

一方、ユーザの要求が学習モードでない(処理1f)場合、異常信号30が発生していない間および異常信号30が発生しても所定の時間が経たないうち(処理1a)はプラント10に設置されている検出器の信号およびプラントの動作状態を表す論理信号20をデータ取込み・記録装置40に取り込み、記録する(処理1b)。

異常信号30が発生してから所定の時間が経つ(処理1a)と、異常信号発生時刻の前後の時系列データ、異常信号発生時刻データおよび論理信号のデータ100は事象同定用データ生成装置110に送られると同時に同じ異常時のプラントデータ101がシミュレータ60に記録される(処理11a)。

事象同定用データ装置110では、異常信号30の種類に応じて、予め定めた所定の時間幅で、異常

信号発生時刻を基準にして、時系列データから事象の同定に必要なデータを選択する。この時系列データから生成したデータと論理信号データをまとめて事象同定用データ120として事象同定用データ装置110は事象固定部130に向けて送り出す(処理1c)。

事象同定部130では、学習をした結果として得られた重み係数、しきい値といったすでに学習済みのニューラルネットワークデータを外部記憶装置140から取り込んで、事象同定用データを用いて、ニューラルネットワーク処理により、ある出力パターンを得る。

事象同定部130は、この出力パターンについて、外部記憶装置150内に記憶されている出力パターン/異常事象対応データテーブルを参照することにより、同定結果160を出力する(処理1d)。

同定結果160と異常部分知識ベース220を利用することにより、知識処理装置210において、さらに詳細なプラントの異常部分の項目を導出する(処理11b)。

化速度に合致した異常の同定をはかれる(請求項2, 5)。

更に本発明によれば、時系列データの他に論理信号をも取り込んでいるため、時系列データのみと比べ同定精度を高めることができる(請求項3)。

更に本発明によれば、ニューラルネットワークを異常同定用に使ったことにより、ニューラルネットワークによる同定認識能力を高めることができる(請求項6~11)。

更に本発明によれば、プラントの異常な過渡変化を模擬することのできるシミュレータを有することで、事象同定装置内のニューラルネットワークに学習をさせることができる(請求項7)。このため、プラント側に仕様の変更があった場合でも、事象同定装置の迅速な対応が可能となる。

更に本発明によれば、シミュレータを用いた学習時にニューラルネットワークの入力層に与えるデータのサンプリング時間幅、データ点数を変化させることができる(請求項8)。このため、事象同定装置に固有の時間的变化をする異常事象の

そして、最後に同定結果および異常項目を表示端末装置170に表示する(処理11c)。

例えば、全給水流量喪失という事象の場合は故障した給水ポンプを導出することにより細かな異常項目を導出することができる。

(イ) 本実施例によれば、プラント実機データも学習データとして利用できるようになり、学習の信頼性も向上する。

そのため、同定の性能においても、誤認識の少ない異常事象同定装置を構成することができる。

(ロ) 更に本実施例によれば、知識処理の利用により、詳細な異常部分が明確になるため、異常事象発生後の対策決定が容易になる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、異常発生時点の前後のデータを用いて、異常の同定を行うことができ、同定精度の向上がはかれる(請求項1, 3, 4)。

更に本発明によれば、異常信号の種類や検出器信号の変化速度に対応したサンプリングタイムで、異常発生時点の前後のデータを選択し、種類や変

時系列データからそれぞれ最適なサンプリングタイムで取り出したデータを与えることができ、事象を誤認識する割合を減少させることができる。

更に本発明によれば、事象同定装置内のニューラルネットワークについて、その層の数、各層の情報を処理する単位であるユニットの数のデータおよびそれに対応した学習済みニューラルネットワークデータを外部記憶装置140から与えることができる(請求項9)。このため、事象同定装置で使用するニューラルネットワークの構成を容易に更新することができ、装置の保守が容易になる。

更に本発明によれば、ユーザの問い合わせに応じて、事象同定装置で使用したデータの種類、データ点数、サンプリング時間幅および学習済みニューラルネットワークデータを表示装置に表示することができるので、使用したデータの確認が可能になり、異常事象同定装置に対する信頼性が高まる(請求項10)。

更に本発明によれば、知識処理の利用により、詳細な異常部分が明確になるため、異常事象発生

4

同定装置の変形例のブロック図で、第12図は第11

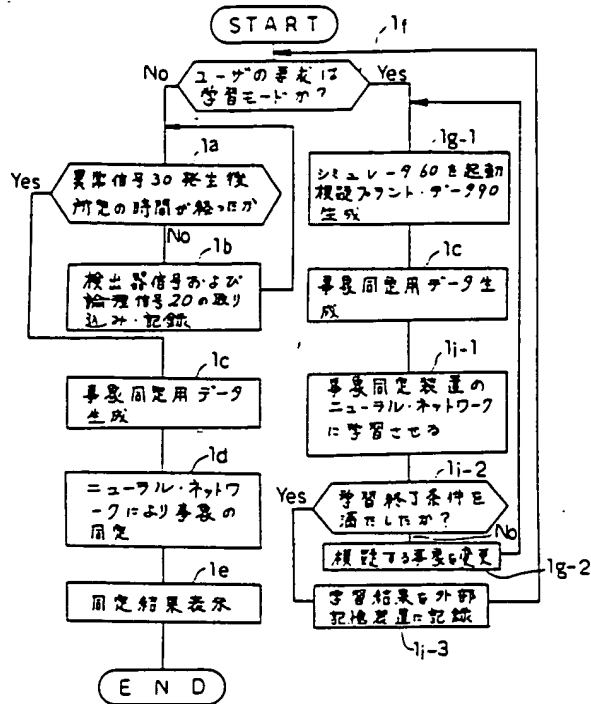


代理人井理士 秋 本 正 実

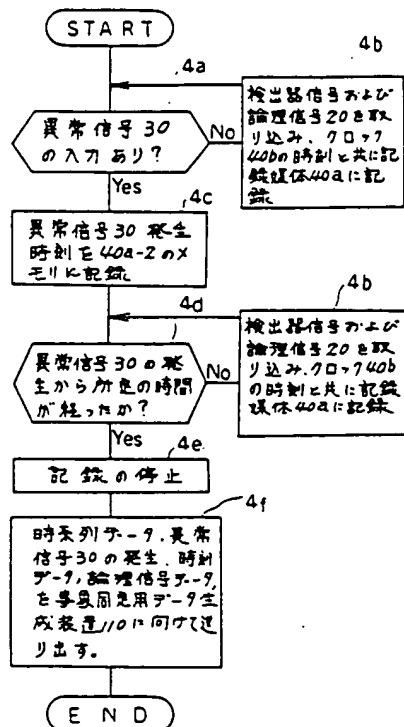
第 1 図



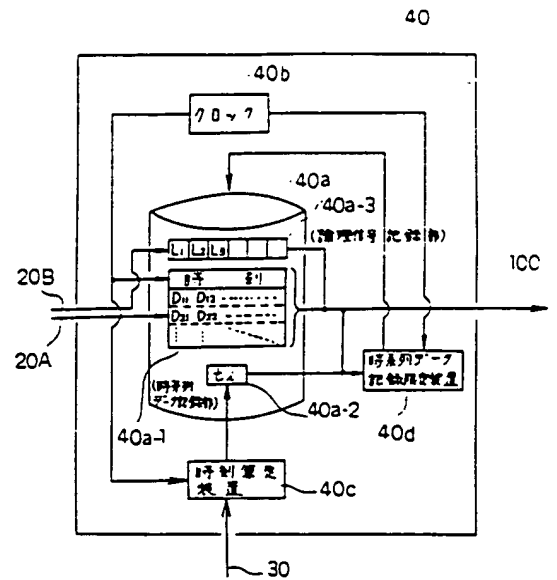
第 2 回



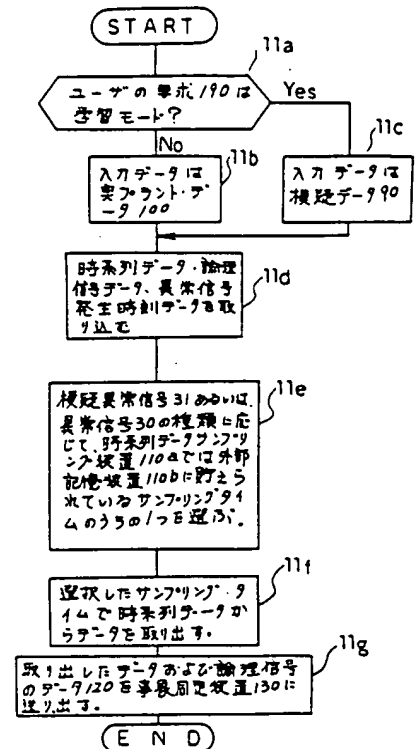
第 4 回



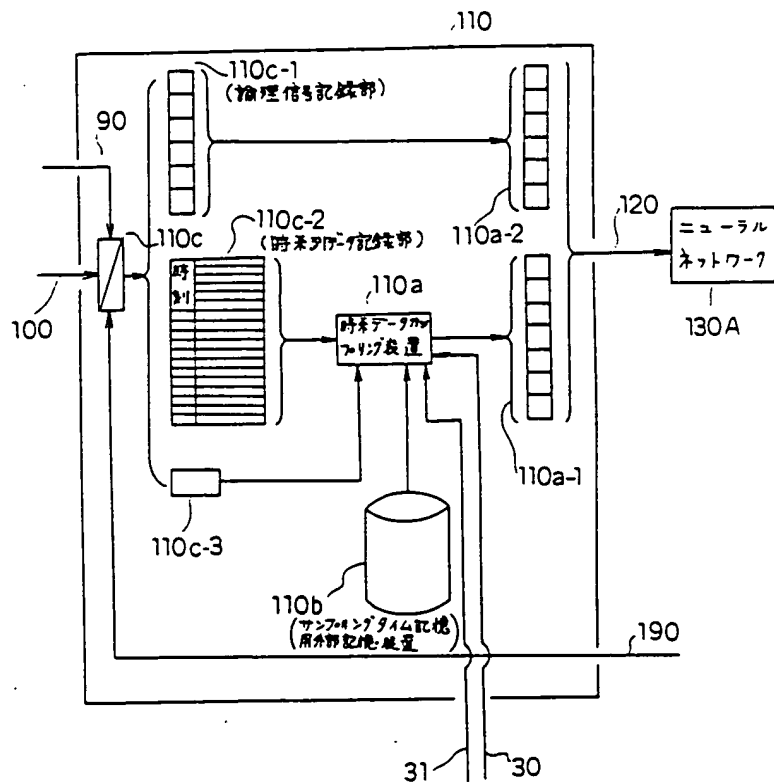
第 3 题



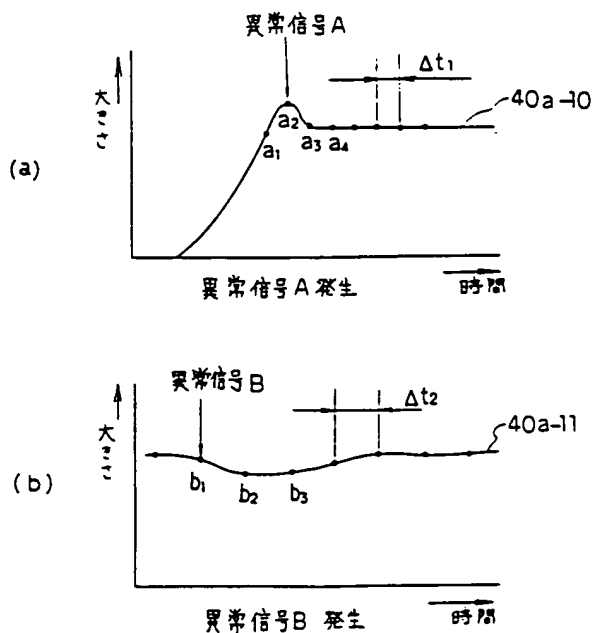
第 6 题



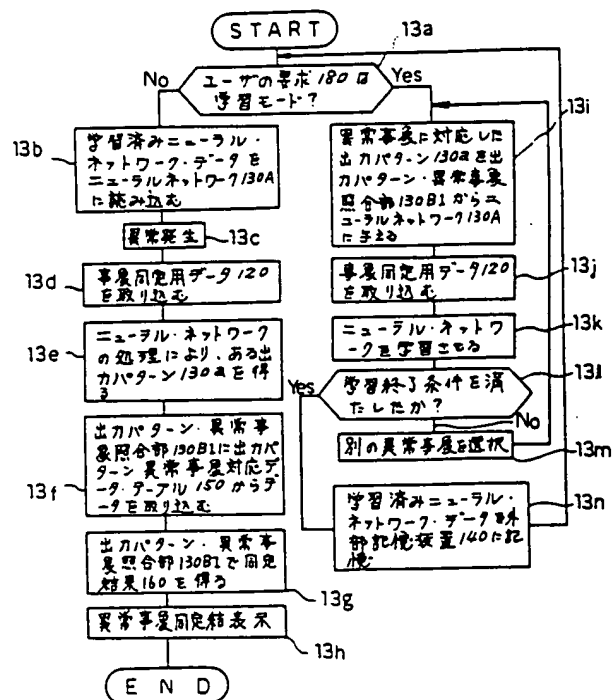
第 5 図



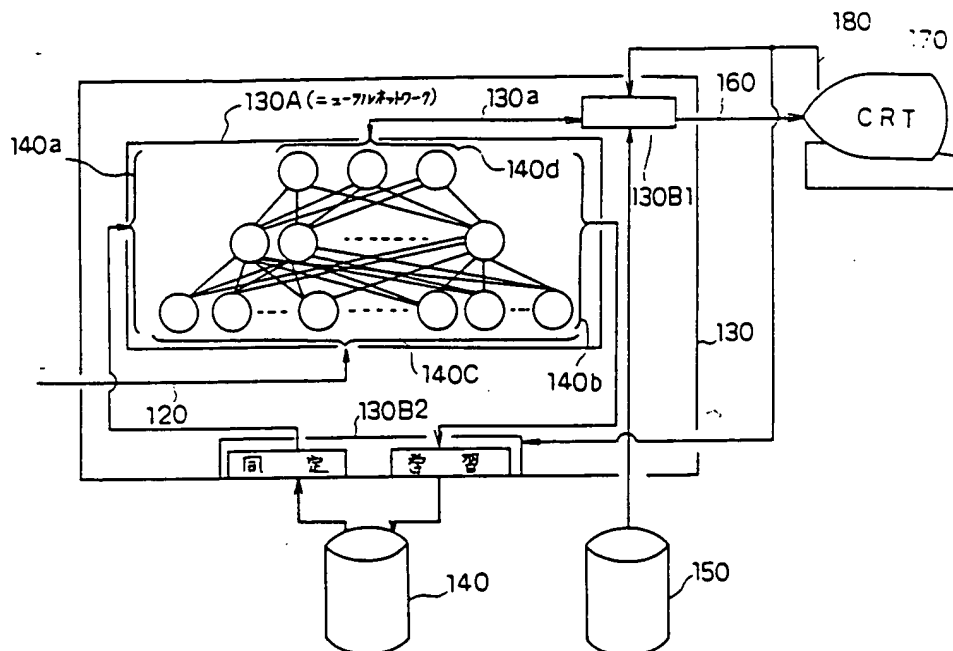
第 7 図



第 9 図



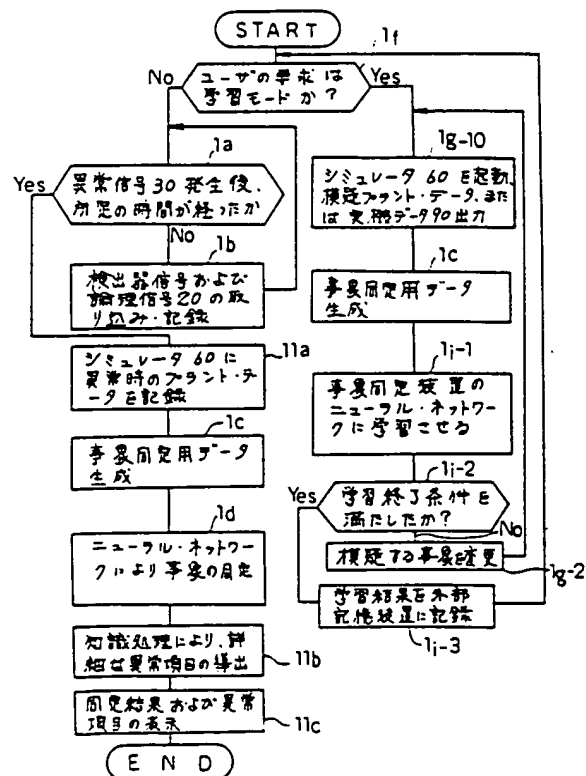
第 8 図



第 10 図

事 象	出力パターン
主蒸気断離弁閉鎖	1 0 0
給水力加熱喪失	0 1 0
全給水流量喪失	0 0 1
.	.
.	.
.	.

第 12 図



第 11 図

